

ПРИОРИТЕТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ВЫСОКОУРОЖАЙНЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Н. Н. Зезин, руководитель ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, uralniishoz@list.ru, ORCID ID: 0000-0002-7208-3904;
В. А. Воробьев, главный научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0003-3256-7522;
А. В. Воробьев, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы, кандидат сельскохозяйственных наук, selektsiya@bk.ru, ORCID ID: 0000-0003-0377-8419;
З. Р. Николаева, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-0119-4180
ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН), 620142, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Белинского, д. 112-а

Исследования проведены в ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН на полях Красноуфимского селекционного центра Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в 2019–2021 годах. Цель – создание новых высокоурожайных сортов яровой мягкой пшеницы, адаптированных к климатическим условиям Среднего Урала, с использованием в гибридизации родительских форм с высокими показателями селекционных индексов. Дана характеристика раннеспелого сорта Экстра и среднераннего Ница и их родителей, соответственно Омская 35 и Ирень, Екатерина и Красноуфимская 100 по селекционным индексам – мексиканскому, канадскому, полтавскому, аттракции, продуктивности, потенциальной продуктивности колоса, интенсивности, микрораспределения, линейной плотности колоса, налива зерна. Показано, что преимущество сорта Экстра по урожайности зерна над Иренью составило 0,37 т/га (11,1 %) и над Омской 35 – 0,31 т/га (9,1 %). Экстра совместила в себе высокие показатели шести селекционных индексов от среднеспелого сорта Омская 35 и превысила по изучаемым индексам оба родителя. Преимущество Ницы составило над Екатериной 0,52 т/га (19,2 %) и над Красноуфимской 100 – 0,40 т/га (14,2 %). Она совместила в себе высокие показатели четырех индексов от сорта Екатерина, шести – от Красноуфимской 100 и значительно превысила родительские сорта по индексам: полтавскому, мексиканскому, микрораспределения, аттракции, налива зерна, интенсивности. Установлена высокая положительная связь урожайности зерна с индексами аттракции ($r = 0,761$) и мексиканским ($r = 0,864$), средняя положительная с индексами интенсивности ($r = 0,601$), потенциальной продуктивности колоса ($r = 0,507$), налива зерна ($r = 0,333$). Результаты показали, что привлечение в гибридизацию родителей с высокими величинами селекционных индексов способствовало созданию новых высокоурожайных сортов яровой пшеницы.

Ключевые слова: яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.), сорт, селекция, продуктивность, селекционный индекс.

Для цитирования: Зезин Н. Н., Воробьев В. А., Воробьев А. В., Николаева З. Р. Приоритетная технология создания новых высокоурожайных сортов яровой мягкой пшеницы на Среднем Урале. 2022. Т. 14, № 6. С. 59–63. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-83-6-59-63.



PRIORITY TECHNOLOGIES FOR DEVELOPING NEW HIGHLY PRODUCTIVE VARIETIES OF SPRING BREAD WHEAT IN THE MIDDLE URALS

N. N. Zezin, head of the FSBSI UrFARC UrB RAS, corresponding member of RAS, Doctor of Agricultural Sciences, uralniishoz@list.ru, ORCID ID: 0000-0002-7208-3904;
V. A. Vorobiev, main researcher of the laboratory for spring wheat breeding and seed production, Candidate of Agricultural Sciences, ORCID ID: 0000-0003-3256-7522;
A. V. Vorobiev, leading researcher of the laboratory for spring wheat breeding and seed production, Candidate of Agricultural Sciences, selektsiya@bk.ru, ORCID ID: 0000-0003-0377-8419;
Z. R. Nikolaeva, researcher of the laboratory for spring wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-0119-4180
FSBSI "Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences" (FSBSI UrFARC UrB RAS), 620142, Sverdlov region, Ekaterinburg, Belinsky Str., 112-a

The study has been carried out at the FSBSI "Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences" on the fields of the Krasnoufimsk Breeding Center in 2019–2021. The purpose was to develop new highly productive varieties of spring bread wheat adapted to the climatic conditions of the Middle Urals using parental forms with high breeding indices in hybridization. There has been given a characteristic of the early-maturing variety 'Ekstra' and middle-early maturing 'Nitsa' and their parents, namely, 'Omskaya 35' and 'Iren', 'Ekaterina' and 'Krasnoufimskaya 100', according to such breeding indices as Mexican, Canadian, Poltava, attraction, productivity, potential head productivity, intensity, micro-distribution, linear head density, grain filling. There has been shown that the productivity advantage of the variety 'Ekstra' over the variety 'Iren' was 0.37 t/ha (11.1 %) and over the

variety 'Omskaya 35' it was 0.31 t/ha (9.1 %). The variety 'Ekstra' has combined the high values of six breeding indices from the middle maturing variety 'Omskaya 35' and exceeded both parents in the studied indices. The productivity advantage of the variety 'Nitsa' was 0.52 t/ha (19.2 %) over the variety 'Ekaterina' and over the variety 'Krasnoufimskaya 100' it was 0.40 t/ha (14.2 %). It has combined the high values of four indices from the variety 'Ekaterina', six from the variety 'Krasnoufimskaya 100' and significantly exceeded the parental varieties according to such indices as Poltava, Mexican, microdistribution, attraction, grain filling, intensity. There has been identified a high positive correlation between grain productivity and attraction indices ($r = 0.761$) and Mexican ($r = 0.864$), an average positive correlation between indices of intensity ($r = 0.601$), potential head productivity ($r = 0.507$), grain filling ($r = 0.333$). The results have showed that involving parents with high values of breeding indices into hybridization could contribute to the development of new highly productive varieties of spring wheat.

Keywords: spring wheat (*Triticum aestivum* L.), variety, breeding, productivity, breeding index.

Введение. В селекционной практике актуален поиск новых подходов, позволяющих значительно увеличить урожайность яровой пшеницы (Шумный и Салина, 2012). Практикой показано (Воробьев и др. 2019; Новохатин и др. 2019), что применение инновационных селекционных технологий приводит к созданию новых высокоурожайных сортов. При визуальном отборе по фенотипу, чем обычно пользуются селекционеры, трудно уловить уникальные особи, которые дадут начало будущему сорту. Для успешной селекции следует принимать во внимание роль генетико-физиологических систем, каждая из которых вносит свой вклад в признак продуктивности и которая может быть изучена в виде индекса (Драгавцев и др., 2012). В селекции на повышение урожайности яровой пшеницы предлагается новый подход, основанный на выделении самых продуктивных генотипов по селекционным индексам (Кочерина и Драгавцев, 2008). О роли индексов в литературе существуют противоречивые суждения. В одних исследованиях обнаружена незначительная, неустойчивая или отсутствующая связь индексов с урожаем (Вертий и др., 2018), в других отмечена тесная связь (Плиско и Пакуль, 2017; Воробьев В. и Воробьев А., 2018; Степанова и др., 2021). В этих работах отмечается, что селекционные индексы могут быть использованы для эффективного отбора одновременно по одному или нескольким признакам.

В селекционных программах отсутствуют сведения об использовании индексов в создании новых сортов яровой пшеницы. Все исследование сводится к их изучению.

Целью данной работы является создание новых высокоурожайных сортов яровой мягкой пшеницы, адаптированных к климатическим условиям Среднего Урала, с использованием в гибридизации родительских форм с высокими показателями селекционных индексов.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты проведены на полях Красноуфимского селекционного центра Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках государственного задания по теме «Совершенствование селекционной работы, создание биотехнологическими методами нового селекционного материала с уникальным продуктивным потенциалом и пластичностью,

устойчивого к вредителям и болезням, с заданными потребительскими свойствами».

Материалом для исследований послужили включенный в Государственный реестр селекционных достижений с 2020 г. раннеспелый сорт Экстра, проходящий Государственное испытание с 2022 г. среднеранний сорт Ница и их родители – Омская 35 и Ирень, Екатерина и Красноуфимская 100 соответственно. Сорта изучались в конкурсном испытании, повторность четырехкратная, норма высева – 7 млн всхожих зерен на 1 га, площадь делянки 19 м².

Для структурного анализа в двух местах каждой делянки закладывали стационарные площадки размером 0,25 м², растения с которых отбирали с корнями и проветривали в помещении до воздушно-сухого состояния.

Для расчета селекционных индексов определялись: длина растения, верхнего междоузлия и колоса, масса зерна главного колоса и его мякоти, масса 1000 зерен, число зерен главного колоса.

Изучали следующие индексы (Кочерина и Драгавцев, 2008) по формулам: мексиканский (масса зерна с колоса / высота растения), канадский (масса зерна с колоса / длина колоса), полтавский (масса зерна с колоса / длина верхнего междоузлия), аттракции (масса зерна с колоса / масса соломы главного стебля), микро-распределения (масса зерна с колоса / масса мякоти с колоса), линейной плотности колоса (число зерен в колосе / длина колоса), налива зерна (масса 1000 зерен / масса стебля).

Обработка экспериментальных данных проведена на компьютере с помощью программы Microsoft office, Excel.

Опыты закладывали на серой лесной и темно-серой лесной почвах, характерных для Среднего Урала (Зезин и др. 2020), предшественник – рапс на сидерат. Отмечены влагообеспеченные 2019 г. (количество осадков за вегетационный период 313 мм, ГТК – 2,5), 2020 г. (количество осадков 278 мм, ГТК – 2,5) и засушливый 2021 г. (количество осадков 80 мм, ГТК – 0,6).

Результаты и их обсуждение. Исследования показали, что Экстра превысила по урожайности зерна Ирень на 0,37 т/га (11,1 %) и более позднеспелый материнский сорт Омская 35 на 0,31 т/га (9,1 %). Преимущество Экстры объясняется более высокими величинами всех селекционных индексов (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность, селекционные индексы сорта Экстра и его родителей (2019–2021 гг.)
Table 1. Productivity, breeding indices of the variety 'Ekstra' and its parents (2019–2021)

Показатель	Омская 35 (мать)			Экстра			Ирень (отец)			Среднее превышение над родителями, %	
	min	max	среднее	min	max	среднее	min	max	среднее	Омская 35	Ирень
Урожайность, т/га	2,52	4,28	3,39*	2,45	5,04	3,70	1,89	4,83	3,33	9,1	11,1
Индексы:											
Мексиканский	0,015	0,019	0,017	0,017	0,021	0,019	0,014	0,017	0,015	11,8	26,7
Канадский	0,171	0,211	0,194	0,200	0,250	0,218	0,150	0,160	0,155	12,4	40,6
Полтавский	0,028	0,040	0,033	0,033	0,037	0,035	0,024	0,031	0,027	6,1	29,6
Линейной плотности колоса	3,70	4,00	3,87	4,60	4,80	4,70	3,50	3,90	3,67	21,4	28,1
Аттракции	1,15	1,25	1,20	1,15	1,45	1,28	1,00	1,09	1,06	6,7	20,8
Потенциальной продуктивности колоса	21,3	27,8	24,6	26,6	30,6	28,9	24,3	26,6	25,4	17,5	13,8
Налива зерна	32,0	35,7	34,0	33,4	38,6	35,3	26,6	35,2	31,3	3,8	12,8
Микрораспределения	2,8	3,8	3,3	3,0	4,0	3,7	2,7	4,0	3,4	12,1	8,8
Интенсивности	0,012	0,015	0,013	0,014	0,016	0,015	0,013	0,017	0,014	15,4	–
Продуктивности	0,76	0,79	0,77	0,78	0,80	0,79	0,73	0,78	0,76	2,6	3,9

Примечание. * – $HCP_{05} = 0,20$ т/га.

Наибольшее преимущество над родителями отмечено по индексам, обусловленным линейными размерами растения: мексиканским, канадским, полтавским, линейной плотности колоса, а также связанным с аттрагирующей способностью: аттракции, микрораспределения, потенциальной продуктивности. Экстра совместила в себе высокие показатели шести селекционных индексов от сорта Омская 35.

Привлечение в гибридизацию родителей, различающихся по величинам селекционных

индексов, позволило создать сорт Ница, у которого совместились высокие показатели четырех от Екатерины и шести от Красноуфимской 100 (табл. 2). Наибольшее превышение над родителями отмечено по индексам полтавскому, микрораспределения, налива зерна, аттракции, интенсивности и по мексиканскому над сортом Екатерина. В результате Ница сформировала урожай зерна выше Екатерины на 0,52 т/га (19,2 %) и Красноуфимской 100 на 0,40 т/га (14,2 %).

Таблица 2. Урожайность и селекционные индексы сорта Ница и его родителей (2020–2021 гг.)
Table 2. Productivity and breeding indices of the variety 'Nitsa' and its parents (2020–2021)

Показатель	Екатерина (мать)	Ница	Красноуфимская 100 (отец)	Превышение над родителями, %	
				Екатерина	Красноуфимская 100
Урожайность, т/га	2,70*	3,22	2,82	17,5	14,2
Индексы					
Мексиканский	0,017	0,023	0,023	35,3	0,0
Канадский	0,159	0,169	0,144	6,3	17,4
Полтавский	0,041	0,071	0,050	73,2	42,0
Аттракции	1,22	1,52	1,25	24,5	21,6
Налива зерна	38,4	52,0	34,8	35,4	49,4
Микрораспределение	3,6	5,7	2,9	58,3	96,6
Линейной плотности колоса	4,0	4,3	3,8	7,5	13,2
Продуктивности колоса	0,75	0,80	0,78	6,7	2,6
Интенсивности	0,014	0,18	0,016	28,6	12,5
Потенциальной продуктивности колоса	24,8	25,7	25,3	3,6	0,2

Примечание. * – $HCP_{05} = 0,19$ т/га.

В ходе проведенных нами исследований у изучаемых сортов было выявлено близкое к единице соотношение между величинами индексов канадского, продуктивности, потенциальной продуктивности колоса, микрораспределения, линейной плотности колоса в сравнении за различные по влагообеспечен-

ности годы (табл. 3). Это свидетельствует о надежности отбора высокопродуктивного селекционного материала по этим индексам.

Отмеченное более высокое соотношение по другим индексам, и особенно по мексиканскому, свидетельствует о существенном влиянии внешней среды, в частности, вы-

павших осадков за вегетационный период. У сортов Экстра и Ница средние величины соотношений по всем индексам близки к единице (1,02–1,05), более постоянны, чем у их родителей (1,10–1,27).

Таблица 3. Соотношение между величинами селекционных индексов в засушливый 2021 г. и влагообеспеченный 2020 г.
Table 3. Correlation between the values of breeding indices in the arid year of 2021 and in the moisture-provided year of 2020

Индекс	Ирень	Экстра	Екатерина	Ница	Омская 35	Красноуфимская 100	Среднее по сортам
Мексиканский	1,61	1,34	1,63	1,14	1,75	1,34	1,47
Канадский	0,92	0,90	0,94	0,97	0,99	1,08	0,97
Полтавский	1,22	1,11	1,68	0,71	1,32	1,23	1,22
Аттракции	1,33	0,94	1,22	1,22	1,40	1,34	1,24
Налива зерна	1,22	1,24	1,22	1,24	1,40	1,02	1,22
Микрораспределения	0,60	0,93	0,94	1,06	1,23	0,80	0,93
Интенсивности	1,23	1,21	1,40	1,00	1,50	1,40	1,29
Продуктивности	0,94	0,98	0,96	1,00	0,99	0,97	0,97
Потенциальной продуктивности колоса	0,97	0,92	0,99	0,93	1,14	1,21	1,04
Линейной плотности колоса	0,92	0,90	0,95	0,91	0,98	1,11	0,96
Среднее по индексам	1,10	1,05	1,19	1,02	1,27	1,15	

Установлена высокая положительная корреляция урожая зерна с индексами мексиканским ($r = 0,864$) и аттракции ($r = 0,761$), средняя положительная – с индексами интенсивности ($r = 0,601$), потенциальной продуктивностью колоса ($r = 0,507$), налива зерна ($r = 0,333$) (табл. 4).

Таблица 4. Взаимосвязь урожайности зерна с селекционными индексами (2019–2021 гг.)
Table 4. Correlation between grain productivity and breeding indices (2019–2021)

Показатель	Мексиканский	Аттракции	Интенсивности	Потенциальной продуктивности колоса	Налива зерна
Коэффициент корреляции	0,864	0,761	0,601	0,507	0,333
Ошибка коэффициента корреляции	0,109	0,151	0,191	0,216	0,231
Критерий существенности	7,927	5,040	3,146	2,347	1,442
Коэффициент детерминации	0,746	0,579	0,361	0,257	0,111

Таким образом, проведенные исследования являются одним из этапов алгоритма селекции на продуктивность с использованием селекционных индексов. На основании ранее полученных данных был проведен отбор родителей, имеющих плюсовые вклады индексов в урожайность, осуществлены скрещивания, получены сорта Экстра и Ница, совместившие эти вклады, переданные от своих родителей.

Выводы. В результате проведенных исследований показано, что привлечение родителей с высокими величинами селекционных индексов способствовало созданию новых сортов

яровой пшеницы Экстра и Ница с более высокой урожайностью и лучшими показателями по мексиканскому, канадскому, полтавскому, аттракции, интенсивности, микрораспределения индексам по сравнению с родительскими сортами.

Установлена сильноположительная связь урожайности зерна с индексами мексиканским ($r = 0,864$) и аттракции ($r = 0,761$), средняя положительная – с индексами интенсивности ($r = 0,601$), потенциальной продуктивности колоса ($r = 0,507$), налива зерна ($r = 0,333$).

Библиографические ссылки

- Вертий Н.С., Титаренко А.В., Титаренко Л.П., Козлов А.А. Селекционные индексы в оценке ячменно-пшеничных гибридов // Нива Поволжья. 2016. № 2 (39). С. 9–15.
- Воробьев В.А., Воробьев А.В. Роль селекционных индексов в оценке продуктивности яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32, № 9. С. 37–39. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10909.
- Воробьев В.А., Драгавцев В.А., Кардашина В.Е. Сохранение, пополнение, изучение генетических коллекций и выделение новых источников и доноров генетико-физиологических систем, повышающих продуктивность и урожай растений // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 11. С. 51–56. DOI: 10.32651/1911-51.
- Драгавцев В.А., Макарова Г.А., Кочеткова А.А., Мирская Г.В., Синявина Н.Г. Новые подходы к экспрессной оценке генотипической (адаптивной) дисперсии свойств продуктивности растений // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16, № 2. С. 427–436.
- Зезин Н.Н., Воробьев В.А., Воробьев А.В., Безгодов А.В., Николаева З.Р. Яровая мягкая пшеница Экстра // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6 (72). С. 64–70. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-64-70.

6. Кочерина Н.В., Драгавцев В.А. Введение в теорию эколого-генетической организации полигенных признаков растений и теорию селекционных индексов. Санкт-Петербург: Изд. «Дон Боско», 2008. 87 с.
7. Новохатин В.В., Драгавцев В.А., Леонова Т.А., Шеломенцева Т.В. Создание сорта мягкой яровой пшеницы Гренада с помощью инновационных технологий селекции на основе теории эколого-генетической организации количественных признаков // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54, № 5. С. 905–918. DOI: 10.15389/агробиология.2019.5.905rus
8. Плиско Л.Г., Пакуль В.Н. Оценка селекционных линий яровой мягкой пшеницы по селекционным индексам // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 12 (66). Ч. 3. С. 127–130. DOI: 10.23670 / IRJ.2017.66.094.
9. Степанова Н.А., Сидоренко В.С., Старикова Ж.В., Костромичева В.А. Определение продуктивности яровой мягкой пшеницы на основе селекционных индексов // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 3 (39). С. 91–96. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-91-96
10. Шумный В.К., Салина Е.А. Улучшение пшеницы – актуальная задача генетиков и селекционеров // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16, № 1. С. 8–9.

References

1. Vertii N.S., Titarenko A.V., Titarenko L.P., Kozlov A.A. Seleksionnye indeksy v otsenke yachmenno-pshenichnykh gibridov [Breeding indices in the estimation of barley-wheat hybrids] // Niva Povolzh'ya. 2016. № 2 (39). S. 9–15.
2. Vorob'ev V. A., Vorob'ev A.V. Rol' seleksionnykh indeksov v otsenke produktivnosti yarovoi pshenitsy [The role of breeding indices in estimating spring wheat productivity] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2018. T. 32, № 9. S. 37-39. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10909.
3. Vorob'ev V. A., Dragavtsev V.A., Kardashina V.E. Sokhranenie, popolnenie, izuchenie geneticheskikh kolleksii i vydelenie novykh istochnikov i donorov genetiko-fiziologicheskikh sistem, povyshayushchikh produktivnost' i urozhai rastenii [Preservation, replenishment, study of genetic collections and identification of new sources and donors of genetic and physiological systems that improve plant productivity and yields] // Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii. 2019. № 11. S. 51–56. DOI: 10.32651/1911-51.
4. Dragavtsev V.A., Makarova G.A., Kochetkova A.A., Mirskaya G.V., Sinyavina N.G. Novye podkhody k ekspressnoi otsenke genotipicheskoi (adaptivnoi) dispersii svoistv produktivnosti rastenii [New approaches to rapid estimation of genotypic (adaptive) dispersion of plant productivity properties] // Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii. 2012. T. 16. № 2. S. 427–436.
5. Zezin N.N., Vorob'ev V.A., Vorob'ev A.V., Bezgodov A.V., Nikolaeva Z.R. Yarovaya myagkaya pshenitsa Ekstra [The spring bread wheat variety 'Ekstra'] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2020. № 6 (72). S. 64–70. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-64-70.
6. Kocherina N.V., Dragavtsev V.A. Vvedenie v teoriyu ekologo-geneticheskoi organizatsii poligennykh priznakov rastenii i teoriyu seleksionnykh indeksov [Introduction to the theory of ecological and genetic organization of plant polygenic traits and the theory of breeding indices]. Sankt-Peterburg: Izd. «Don Bosko», 2008. 87 s.
7. Novokhatin V.V., Dragavtsev V.A., Leonova T.A., Shelomentseva T.V. Sozdanie sorta myagkoi yarovoi pshenitsy Grenada s pomoshch'yu innovatsionnykh tekhnologii seleksii na osnove teorii ekologo – geneticheskoi organizatsii kolichestvennykh priznakov [Development of the spring bread wheat variety 'Grenada' using innovative breeding technologies based on the theory of ecological and genetic organization of quantitative traits] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2019. T. 54, № 5. S. 905–918. DOI: 10.15389/агробиология.2019.5.905rus.
8. Plisko L. G., Pakul' V.N. Otsenka seleksionnykh linii yarovoi myagkoi pshenitsy po seleksionnym indeksam [Estimation of the breeding lines of spring bread wheat according to breeding indices] // Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal. 2017. № 12 (66). Ch. 3. S. 127–130. DOI: 10.23670 / IRJ.2017.66.094.
9. Stepanova N.A., Sidorenko V. S., Starikova Zh.V., Kostromicheva V.A. Opredelenie produktivnosti yarovoi myagkoi pshenitsy na osnove seleksionnykh indeksov [Determination of the spring bread wheat productivity according to breeding indices] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2021. № 3 (39). S. 91–96. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-91-96
10. Shumnyi V.K., Salina E.A. Uluchshenie pshenitsy – aktual'naya zadacha genetikov i seleksionerov [Wheat improvement is an urgent task for geneticists and breeders] // Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii. 2012. T. 16, № 1. S. 8–9.

Поступила: 11.10.22; доработана после рецензирования: 05.12.22; принята к публикации: 05.12.22.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Зезин Н.Н. – концептуализация исследований; Воробьев В.А. – анализ данных и их интерпретация; Воробьев А.В., Николаева З.Р. – выполнение полевых и лабораторных опытов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.